

Paweł Franczak

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

**WPŁYW SILNEGO WIATRU NA ZMIANĘ KRAJOBRAZU
I RZEŻBY TERENU NA PRZYKŁADZIE WIATROWAŁÓW
Z POŁUDNIOWYCH STOKÓW PASMA POLICY
(BESKID ŻYWIECKI)**

*INFLUENCE OF WINDSTORMS ON CHANGE OF LANDSCAPE
AND LANDFORM; A CASE OF THE BLOWDOWN AREA
OF THE SOUTHERN SLOPES POLICA RANGE (BESKID
ŻYWIECKI)*

Słowa kluczowe: wiatr, wiatrolom, wiatrował, rola wiatru, Polica, Karpaty

Key words: wind, wind-fallen tree, wind-throw, role of wind, Polica, Carpathians

Abstract. The article presents the influence of strong wind on the transformation of the natural environment in the mountain areas. The first part characterizes the types of wind causing the occurrence of wind-fallen trees and wind-throws in the Polica Range. Later the author discusses the differences between wind-fallen trees and wind-throws, and their internal diversification. Further, the text describes the most powerful winds and presents their impact on the transformation of the landscape and landform.

WSTĘP

Silny wiatr ma bardzo duży wpływ na przekształcanie pokrywy roślinnej, która zachodzi zarówno w sposób bezpośredni jak i pośredni. Szkody jakie wyrządzane są przez wiatr uzależnione są głównie od jego prędkości oraz zagospodarowania obszaru na którym ma on miejsce. W przypadku jego wystąpienia na obszarach leśnych może przyczynić się do powstania wiatrolomów bądź wiatrowałów. Jednakże ich rozmiary uzależnione są także od budowy geologicznej oraz pokrywy glebowej, którą porasta las. Spośród czynników abiotycznych znaczny wpływ na przekształcenie środowiska w wyniku oddziaływania silnego wiatru ma ekspozycja stoków oraz wilgotność panująca w lesie. Natomiast spośród czynników biotycznych najważniejszą rolę na wykształcenie wiatrolomów i wiatrowałów odgrywa szata roślinna, w tym: jej skład gatunkowy, wiekowy oraz zdrowotny. Ważną rolę odgrywa także kształt systemu korzeniowego oraz koron i strzał. Nie bez znaczenie jest także sposób prowadzonej gospodarki leśnej [Rojan 2010].

Oddziaływanie silnego wiatru na drzewostany leśne może mieć różne skutki. Drzewa mogą zostać w niewielkim stopniu uszkodzone, a powstałe rany mogą szybko ulec zatarciu, bądź uszkodzenia mogą mieć charakter trwały. W przypadku takich uszkodzeń, gdy na danym obszarze nastąpiło złamanie pni, koron bądź gałęzi oraz gdy miało miejsce spękanie drzewa w strzałach, to mówimy o powstaniu wiatrołomu. Natomiast gdy na pewnej powierzchni leśnej doszło do wyrwania drzew z korzeniami to miało miejsce powstanie wiatrowału. W przeciwieństwie do wiatrołomów, pnie drzew w wiatrowałach nie zostają uszkodzone [Rojan 2010; Franczak 2012].

Na obszarze południowych stoków Pasma Policy na przestrzeni kilkudziesięciu lat wykształciły się dwa duże wiatrowały.

CEL I METODY

Celem badań było poznanie wpływu silnego wiatru na zmianę krajobrazu i rzeźby terenu południowych stoków Pasma Policy. Cel ten został zrealizowany poprzez osiągnięcie celów szczegółowych, jaskimi było: poznanie przebiegu historycznych silnych wiatrów powodujących powstanie wiatrowałów, poznanie zmiany krajobrazu oraz przekształceń rzeźby terenu.

Badania polegały na kwerendzie literatury oraz analizie materiałów kartograficznych, fotograficznych oraz ortofotomap. Przeprowadzono również badania terenowe, które miały miejsce na obszarze wiatrowałów i wiatrołomów na Policy i Czyrńcu w lipcu 2010 r. oraz okresie od stycznia do czerwca 2013 r. W trakcie badań terenowych wykonanych na 5 reprezentatywnych poletkach przeprowadzono pomiary wykrotów. Powierzchnia poletek wynosiła 400 m² (20 x 20 m). Przeprowadzono również obserwacje zachodzących procesów morfologicznych. Po zakończeniu badań terenowych wykonano opracowanie zebranego materiału.

OBSZAR BADAŃ

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Kondrackiego [1977] badany obszar należy do makroregionu Beskidów Zachodnich, mezoregionu Beskidu Żywieckiego. Natomiast w regionalizacji przyrodniczo-leśnej lasy Pasma Policy położone są w VII Krainie Karpackiej w dzielnicy: Beskidu Wysokiego [Trampler i in. 1990].

Pasma Policy, stanowi północno-wschodnią część Pasma Babiogórskiego i rozciąga się od Przełęczy Lipnickiej na południowym-zachodzie, po dolinę Skawy koło Osielca na północnym-wschodzie [Kondracki 1977]. Kulminację pasma stanowi Polica o wysokości 1369 m n.p.m. [Denysiuk 1999]. Północne, strome stoki pasma opadają do głębokiej doliny Skawicy, z kolei nieco łagodniej nachylone stoki południowe opadają do doliny Bystrzanki oraz Shylca [Franczak 2012]. Pomiędzy obiema dolinami wznosi się Czyrniec o wysokości 1318 m n.p.m.

Przez obszar badań przebiega Europejski Dział Wodny w wyniku czego wody z tego obszaru odpływają zarówno do Morza Bałtyckiego jak i do Morza Czarnego. Większość badanego obszaru leży w zlewisku Morza Bałtyckiego, do którego odprowadzane są wody przez Zakulawkę. Natomiast wody ze zlewni Białego Potoku odprowadzane są do Morza Czarnego.

Pasma Policy położone jest w zachodniej części płaszczowiny magurskiej, charakteryzującej się budową fałdową [Książkiewicz 1972; Poprawa, Rączkowski 2000]. Na obszarze Pasma Policy (stanowiącego część synklinorium Beskidu Wysokiego) przeważają synkliny, natomiast antykliny są rzadkie i niewielkie [Książkiewicz 1971b, 1971b].



Ryc. 1. Położenie obszaru badań

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Mapa topograficzna 1:25000 ark. Sidzina.

Północną część Pasma Policy tworzy tzw. łęk Zawoi zbudowany z gruboławicowych piaskowców magurskich zapadających monoklinalnie w kierunku południowym. Warstwy te podścielają warstwy hieroglifowe utworzone z drobnorytmicznego fliszu. Od południa do wąskiego siodła Policy przylega łęk Policy, który na ogół budują płasko ułożone piaskowce magurskie. Natomiast na południe od głównego grzbietu Pasma Policy rozciąga się siodło Policznego zbudowane z warstw hieroglifowych, natomiast dalej na południe występuje łęk Czyrńca zbudowany z piaskowców magurskich. Na południowym krańcu Pasma Policy rozciąga się antyklinorium orawskie [Książkiewicz 1971a, 1971b, 1972].

Południowe stoki Pasma Policy charakteryzują się znacznie mniejszym nachyleniem od stoków północnych. Szczyty na badanym terenie wznoszą się na

wysokości 1200-1300 m n.p.m., natomiast górne odcinki den dolin na 700-750 m n.p.m. Stoki pokrywają płytkie gleby brunatne, a w dnach dolin zalegają osady czwartorzędowe [Franczak 2012].

Badany obszar leży na granicy dwóch nadleśnictw w RDLP w Krakowie. Jego zachodnia część należy do Leśnictwa Police w Nadleśnictwie Nowy Targ, natomiast wschodnia do Leśnictwa Sidzina w Nadleśnictwie Myślenice. Zasięg terytorialny obejmuje grunty gmin: Jabłonka i Bystra-Sidzina.

Na badanym obszarze w podszczytowych partiach Policy utworzono w 1998 r. rezerwat przyrody „Na Policy”. Na powierzchni 13,21 ha ochronie podlega zachowany w stanie naturalnym, wysokogórski bór świerkowy. Od północy przylega do niego większy (58,7 ha) rezerwat przyrody na Policy im. prof. Zenona Klemensiewicza. Rezerwat ten założony w 1972 r. leży jednak już na północnym grzbiecie Policy (poza obszarem badań) [Franczak 2012]. Badany obszar stanowi także fragment Południowomałopolskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu, Specjalnego Obszaru Ochrony Siedlisk Natura 2000 „Na Policy” (PLH120012) oraz Obszaru Specjalnej Ochrony Ptaków Natura 2000 „Pasma Policy” (PLB120006) [<http://www.iop.krakow.pl>].

GEOSYSTEM PRZED ZMIANĄ

Przed powstaniem wiatrołomów i wiatrowałów górne partie stoków południowych Pasma Policy porastał naturalny górnoreglowy bór świerkowy. Dominującym gatunkiem na badanym obszarze jest świerk, którego domieszkę stanowi: jodła oraz buk [<http://rdlpkrakow.gis-net.pl>]. W podszczytowych partiach Policy stwierdzono 92 gatunki roślin naczyniowych, spośród których 8 gatunków podlega ochronie ścisłej, a 2 ochronie częściowej. Spośród nich najbardziej charakterystyczna jest kosodrzewina (*Pinus mugo*), występująca w kilkunastu płatach oraz limba (*Pinus cembra*) [Plan ochrony ... 1998].

BODŹCE WYWOŁUJĄCE ZMIANY

Wiatrołomy i wiatrowały o dużych rozmiarach powstają na obszarze Beskidów co kilkanaście lat. Jednakże w krajobrazie zachowują się te, na których doszło do niemal całkowitego powalenia drzewostanu. Na przestrzeni ostatniego półwiecza (1963-2012) wystąpiło kilka silnych wiatrów, które spowodowało powstanie na południowych stokach Pasma Policy dwóch dużych wiatrołomów i wiatrowałów.

Pierwszy wiatrołom powstał w maju 1968 r. w wyniku wystąpienia tzw. „halnego stulecia”, który objął swym zasięgiem Tatry, Podhale i Beskidy Zachodnie. Rozmiary wyrządzonych w jego wyniku strat wynikały z powodu, iż nie był to typowy wiatr halny, powstający w wyniku zalegania na południowym-

wschodzie od Karpat układu wysokiego ciśnienia oraz układu niskiego ciśnienia z centrum nad północno-zachodnią Europą. Lecz jego struktura była znacznie bardziej złożona. „Halny stulecia” rozpoczął się typowym halnym wiejącym od 4 maja z kierunku południowego. Jednak 6 maja, w godzinach popołudniowych przybrał on znacząco na sile. Do jej zmiany przyczynił się prąd strumieniowy wiejący w górnej troposferze, a którego jedna z gałęzi przebiegała nad zachodnią i środkową Europą. Jego minimalna wysokość w dniu 6 maja wyniosła nad środkową Polską ok. 8 000 m, a poniżej niego wykształciła się niższa, wąska struga silnego wiatru (ok. 200 m). Struga ta zasilana była w energię z górnej warstwy prądu strumieniowego. Struga ta nazwana niskotroposferycznym prądem strumieniowym przemieściła się nad zachodnią częścią Karpat Zachodnich i to ona była odpowiedzialna za przybranie na sile wiatru halnego [Budziszewska, Morawska-Horawska 1969].

Wiejący wówczas katastrofalny wiatr swoją maksymalną prędkość osiągnął w godz. 18.00-21.00. Wiejąc z południa i południowego-zachodu w porywach maksymalne prędkości (80 m/s (288 km/h)) osiągnął na Kasprowym Wierchu. Natomiast u podnóża Tatr w Zakopanem jego prędkość dochodziła do 40 m/s (150 km/h). Niestety brak jest pomiarów prędkości wiatru z obszaru badań, jednak można założyć iż jego prędkość w porywach była mniejsza niż ta odnotowana na obszarze Tatr.

Drugi wielki z wiatrołomów na południowych stokach Pasma Policy powstał w listopadzie 2004 r. Jego przyczyną było wystąpienie nad Karpatami silnego



Ryc. 2. Wiatrował pod szczytem Policy
Źródło: D. Toma.

wiatru typu bora [Balon, Maciejewski 2005]. Do jego powstania przyczyniła się sytuacja synoptyczna występująca wówczas nad Europą. 19 listopada 2004 r. nad Polską przemieszczał się z zachodu układ niskiego ciśnienia, powodując napływ arktycznego powietrza. Wraz z napływem tych mas powietrza, przemieszczał się chłodny front atmosferyczny, powodujący znaczny spadek temperatury powietrza i powstanie silnego wiatru wiejącego z północy ku południu [Grocholski 2005; Franczak 2012].



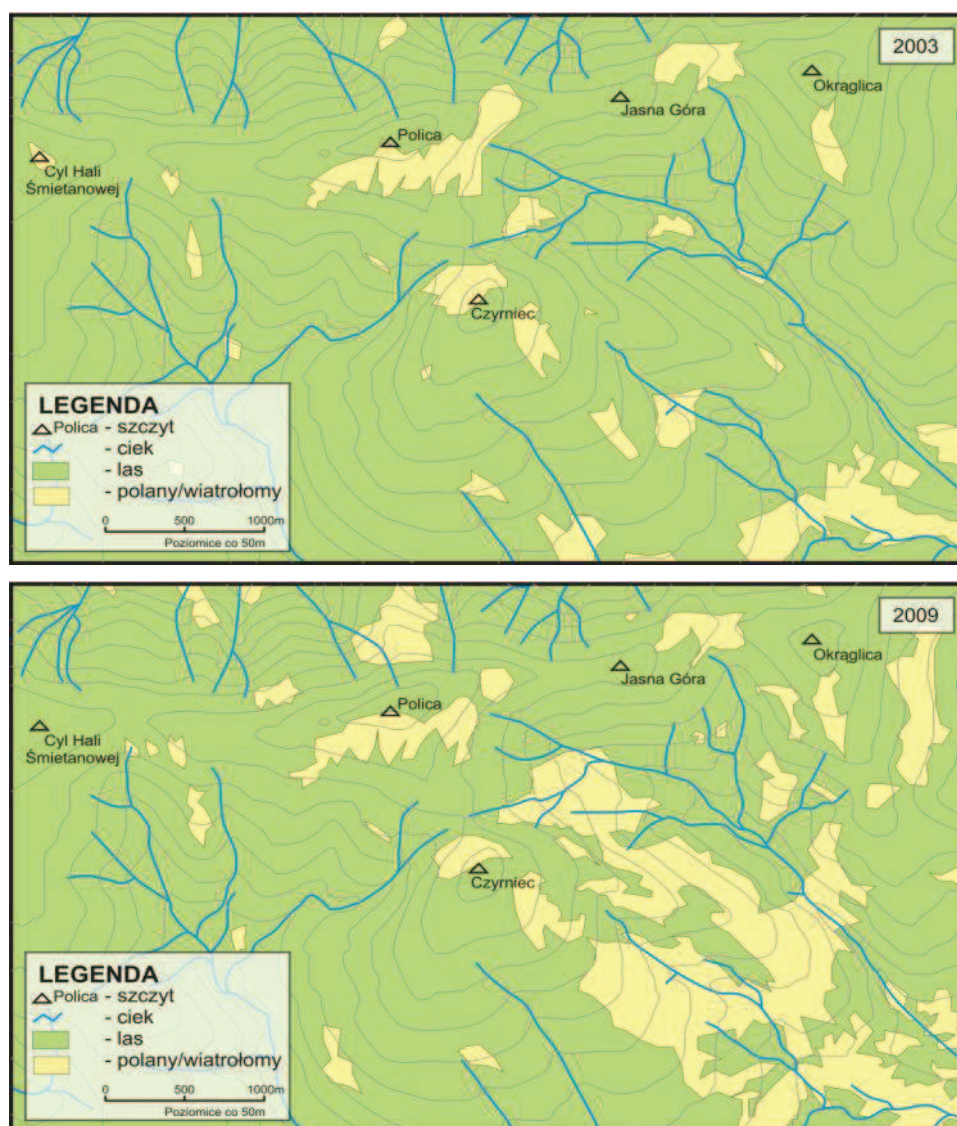
Ryc. 3. Wiatrował i wiatrołom w dolinie Zakulawki w listopadzie 2004 r.
Źródło: M. Tokarz.

Silny wiatr opadający przez grzbiety Karpat na stoki południe maksymalne prędkości osiągnął popołudniem 19 listopada 2004 r. w godz. 15.00-18.00. Wraz z katabatycznym opadaniem mas powietrza w dół stoku dochodziło do wzrostu prędkości wiatru. O wzroście jego prędkości świadczą wyniki odnotowane w Tatrach. Wówczas na Łomnicy odnotowano 47 m/s (170 km/h) natomiast po ich opadnięciu przeszło 800 m niżej, prędkość wiatru wzrosła do 55 m/s (200 km/h), a jeszcze niżej przy górnej granicy lasu do 64 m/s (230 km/h) [Koren 2005]. Na badanym obszarze prędkość wiatru z pewnością była niższa, co wynika ze względu na mniejsze wysokości względne i bezwzględne. Po przejściu przez główny grzbiet Pasma Policy, przyrost prędkości nie był aż tak duży jak w Tatrach. Wiatr wiał średnio z prędkością ponad 36 m/s (130 km/h), jednak w porywach jego prędkość była znacznie większa [Franczak 2012].

GEOSYSTEM PO ZMIANACH

Wiatrowały i wiatrolomy

Pierwszy z wiatrowałów powstał w 1968 r. na południowym stoku Policy i na północno-wschodnim stoku Czyrńca. Jego zasadnicza część o długości 1 600 m i szerokości od 150 m (w zachodniej części) do 400 m (we wschodniej) powstała w podszczytowych partiach Policy. Ponadto zachodnia część, wiatrowału kontynuowała się w kierunku Czyrńca, wąskim pasem o długości 500 m. Wiatrował



Ryc. 4. Południowe stoki Pasma Policy przed wystąpieniem wiatrowału i wiatrolomu (2003) oraz po ich wystąpieniu (2009)

Źródło: Opracowanie własne.

ten mierzył 45 ha powierzchni. Natomiast na stokach Czyrńca powalony został las o powierzchni 15 ha (600x200 m). Z upływem lat na obszarze wiatrowału następowało stopniowe odnawianie się drzewostanu, jednak jego fragmenty ulegały ponownemu powaleniu. W roku 1978 powalone zostało ponownie 10 ha drzewostanu, a w lutym 1987 r. powstał wiatrołom na stokach Czyrńca [<http://miip.geomalopolska.pl>].

Młodszy z wiatrowałów powstał w 2004 na południowo-wschodnim stoku Czyrńca, w górnym biegu Zakulawki. Na powierzchni 260 ha doszło do niemal całkowitego powalenia drzewostanu, a na kolejnych 250 ha powalone zostały liczne drzewa. Powstały wiatrołom zboczowy rozciągał się na długości 2 600 m i mierzył średnio 1 400 m szerokości. Natomiast w najszerszym miejscu jego szerokość dochodziła do 1 900 m. Według szacunków na jego obszarze powalonych zostało 8 500 m³ drewna. Powstała wówczas wolna przestrzeń rozciągał się od wysokości 840 m n.p.m. do 1210 m n.p.m. [Franczak 2012].

Przekształcenia rzeźby terenu

Obszary objęte wiatrowałem podlegają intensywnemu modelowaniu morfologicznemu. Do zachodzących na ich obszarze zmian przyczyniają się zarówno czynniki naturalne, antropogeniczne jak i synergijne. Zachodzące



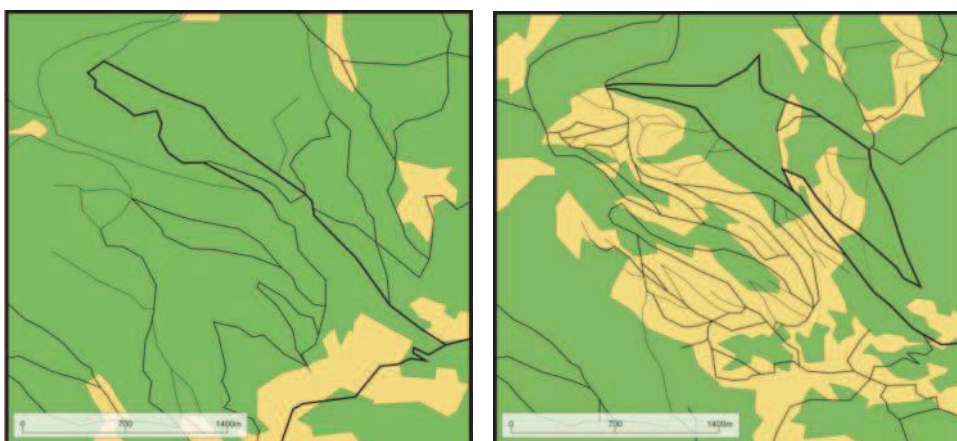
Ryc. 5. Wykrot na obszarze wiatrowału na stoku Czyrńca
Źródło: P. Franczak.

przemiany morfologiczne są o wiele szybsze niż w sąsiadującym z wiatrowałem, lesie. Środowisko leśne charakteryzuje się bowiem małą intensywnością procesów morfologicznych [Kotarba 1970]. W ich obrębie do znacznych przekształceń morfologicznych dochodzi niezwykle rzadko, a niemal corocznie pojawiające się wykroty powstają pojedynczo bądź obejmują jedynie kilka drzew [Gerlach 1976; Pawlik 2009].

Spośród przekształceń naturalnych powstałych na stoku w wyniku wystąpienia wiatrowału najbardziej powszechnymi jest tzw. morfologia wykrotowa, która cechuje się występowaniem zagłębień i kopczyków. Sekwencje występowania obu tych form powstają w wyniku saltacji wykrotowej, a ich wielkość bywa bardzo zróżnicowana. Na obszarze wiatrowałów, powstałych na obszarze Pasma Policy ich głębokość wynosi średnio 0,6 m. Średnia długość dłuższej przekątnej wykrotów powstałych na wiatrołomach wynosi 2,3 m, natomiast krótszej 1,9 m. Średnia miąższość przemieszczonej zwietrzliny wynosi 0,6 m.

Korzystając z wzoru na obliczenie powierzchni elipsy zaproponowanego przez Rojan [2010] do określenia powierzchni wykrotu, obliczono iż na badanym terenie wynosi ona: $3,43 \text{ m}^2$. Natomiast maksymalna powierzchnia największego zinwentaryzowanego wykrotu wyniosła $9,40 \text{ m}^2$. Uzyskane podczas badań dane posłużyły także do określenia kubatury przemieszczonego wraz z systemem korzeniowym drzew materiału glebowo-zwietrzelinowego. Na badanym obszarze jego średnia wartość wyniosła $1,37 \text{ m}^3$, natomiast maksymalna objętość przemieszczonego przez wykrot materiału wyniosła $6,27 \text{ m}^3$.

Badania przeprowadzone przez Schaetzlema z współautorami wykazały, iż powierzchnia jam i kopczyków może stanowić nawet 50% obszaru objętego wiatrowałem [Schaetzlem i in. 1989 za Rojan 2010]. Na obszarze wiatrowałów powstałych na obszarze Pasma Policy ich udział jest jednak znacznie mniejszy.



Ryc. 6. Drogi na obszarze wiatrowału i wiatrołomu na Czyrńcu w 2003 r. i 2009 r.
Źródło: Opracowanie własne.

Pomimo tego w wyniku ich powstania doszło do przemieszania materiału gruzowego. Ponadto pośrednio w wyniku powstania wykrotów doszło do zmiany tempa wietrzenia i obiegu materii oraz zmianie uległy warunki mikroklimatyczne panujące na obszarze wiatrowału [Philips i in. 2008 za Rojan 2010].



Ryc. 7. Intensywna erozja na obszarze wiatrowału na stoku Czirńca w 2008 r.
Źródło: P. Rymarczyk.



Ryc. 8. Przekształcenia krajobrazu w wyniku powstania wiatrowału na Czirńcu
Źródło: P. Rymarczyk.

Do znacznego przekształcenia rzeźby terenu doszło także w wyniku działań antropogenicznych prowadzonych na obszarze wiatrowałów. W związku, iż powalone drzewostany znajdowały się w lasach gospodarczych, po ich powaleniu prowadzono intensywne prace leśne. Polegały one przede wszystkim na usunięciu powalonego drewna. Z tego powodu w celu ułatwienia zrywki drzew na obszarze wiatrowałów wykonano dodatkowe drogi oraz niezbędną infrastrukturę w postaci m.in. przepustów. Prace te przy użyciu ciężkiego sprzętu doprowadziły do znacznego wzrostu gęstości dróg, ich głębokości oraz szerokości. Prace te wykonane zostały w bardzo krótkim czasie – na większości obszaru wiatrowału powstałego w 2004 r. zakończone zostały jesienią 2005 r. – w związku z czym w 2013 r. na większości dróg zachodziła już intensywna sukcesja roślinna. Drogi utworzone na stokach o niewielkim nachyleniu bardzo szybko stabilizowane są przez roślinność, natomiast na drogach o wyższym nachyleniu nadal brak jest roślinności.

Obszar wiatrołomów jako pierwsze zajęły gatunki pionierskie jak brzoza, wierzbowa czy wierzbówka kiprzyca. Na fragmentach starszego wiatrołomu, podlegającego od dłuższego czasu naturalnej sukcesji pojawiła się większa liczba gatunków, w tym jarzab pospolity. Powierzchnie wiatrołomów porastają również zarośla jeżyn. Pojawiają się także siewki świerka i jodły. Po kilkunastu latach obszary wiatrołomów przypominają tzw. zbiorowiska porębie [Fujak 2012].

W związku z prowadzoną działalnością gospodarczą na obszarze wiatrowałów i współtowarzyszącym im procesom naturalnym dochodzi do dalszego modelowania ich rzeźby terenu. Na obszarze Pasma Policy do największych przekształceń synergicznych na wiatrowałach doszło w wyniku znacznego zwiększenia ilości dróg. W rezultacie podcięcia przez nie stoków nastąpiło uformowanie zerw o wysokości 2,5-3 m. Natomiast koncentracja spływających drogami i rynnymi zrywkowymi wód, spowodowała ich pogłębienie oraz spłukanie materiału glebowego. Na stokach o największym nachyleniu dróg, gdzie erozja zachodzi w sposób najintensywniejszy zachował się jedynie materiał gruzowy. Materiał ten w większości został odprowadzony do koryt potoków, natomiast w mniejszej ilości został zakumulowany na stokach. Naruszony materiał został również przemieszczony w wyniku działania lodu włóknistego.

Przekształcenia krajobrazu

W wyniku powstania wiatrowałów i wiatrołomów prócz przekształcenia rzeźby terenu, doszło również do znacznej zmiany krajobrazu. Powstały ogromne połacie wolnej przestrzeni pozbawionej zadrzewienia. Obszary te zmieniły panoramę Pasma obserwowanego z jego południowych podnóży. Powstały również obszerne punkty widokowe pozwalające na obserwację m.in. sąsiedniej Babiej Góry, Tatr, Podhala czy też innych pasm beskidzkich.

PODSUMOWANIE

Bardzo silny wiatr może dokonać znacznego przekształcenia krajobrazu. Jednak prócz silnego wiatru, do wyrządzenia dużych szkód w drzewostanie muszą wystąpić inne czynniki pośrednie i bezpośrednie, sprzyjające jego powstaniu. Takie czynniki wystąpiły na południowych stokach Pasma Policy, przyczyniając się do powstania ogromnych wiatrowałów. Te nowe obiekty w strukturze przyrodniczej Pasma Policy spowodowały znaczne przekształcenia krajobrazu i rzeźby terenu. Dodatkowo działalność człowieka przyczyniła się do wzrostu i tempa zachodzących zmian. Jednakże z upływem lat, gdy na obszarze wiatrowałów zaprzestano intensywnej działalności człowieka, na ich obszarze zaczęła postępować naturalna sukcesja. Jej przebieg w poszczególnych częściach wiatrowałów jest różny. Na części z nich postępuje szybciej a w innych wolniej. Ponadto na obszarze wiatrowału powstałego w 1968 r. z upływem czasu dochodziło do odnawiania jego fragmentów. Liczne drzewostany niszczone były w latach 1978 i 1987. Ponadto w jego północno-zachodniej części z powodu słabej kondycji zdrowotnej drzewostanu, niemal co kilka lat dochodzi do powalania licznych drzew. Natomiast w obrębie wiatrołomu powstałego w 2004 r. stopniowo postępuje naturalna sukcesja.

LITERATURA

- Balon J., Maciejowski W. 2005. Wpływ huraganowego wiatru z dnia 19 listopada 2004 na krajobraz południowego skłonu Tatr, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 17: 92-100.
- Budziszewska E., Morawska-Horawska M. 1969. Jak powstał huraganowy wiatr halny w Tatrach i w Beskidzie Wysokim w dniu 6 maja 1968 r.?, *Wierchy*, 38: 227-229.
- Denisiuk M. 1999. Godne ochrony potoki pasma Policy jako regionalne korytarze Ekologiczne, *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, 55(3): 25-38.
- Franczak P. 2012. Proponowane do objęcia ochroną obiekty przyrody nieożywionej Pasma Policy w Beskidzie Żywieckim, *Chrońmy Przyr. Ojcz.*, 68(4): 302-308.
- Franczak P. 2012. Wiatrołomy i wiatrowały na obszarze Podbabiogórza, *Rocznik Babiogórski*, 13: 77-86.
- Fujak J. 2012. Wiatrołomy i wiatrowały – nowe układy w przyrodzie i ich znaczenie ekologiczne, *Rocznik Babiogórski*, 13: 87-92.
- Gerlach T. 1976. Współczesny rozwój stoków w Polskich Karpatach Fliszowych, *Prace Geograficzne*, 122: 1-116.
- Grocholski M. 2005. Huragan w Tatrach Słowackich, *Tatry*, 11(1): 8-9.
- Kondracki J. 1977. Regiony fizycznogeograficzne Polski, wyd. Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Koren M. 2005. Potęga przyrody, *Tatry*, 11(1): 10.
- Kotarba A. 1970. The morphogenetic role of foehn wind in the Tatra Mts., *Studia Geomorph. Carp.-Balc.*, 4: 171-188.
- Książkiewicz M. 1971a. Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1: 50 000, arkusz Zawoja.

- Książkiewicz M. 1971b. Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusz Zawoja, Instytut Geologiczny, Warszawa, 31-38.
- Książkiewicz M. 1972. Karpaty. [w:] W. Pożaryski (red.), Budowa Geologiczna Polski, IV, Tektonika, 3, Wyd. Geol., Warszawa.
- Mapa topograficzna 1:25 000 arkusz: Sidzina.
- Pawlik Ł. 2009. Znaczenie saltacji wykrotowej w kształtowaniu rzeźby stoków, Czasopismo Geograficzne, 80(1): 130-146.
- Philips J.D., Lorz C. 2008. Origins and implications of soil layering, Earth-Science Reviews, 89: 144-155.
- Plan Ochrony Rezerwatu Przyrody „Na Policy” im. Zenona Klemensiewicza. 1998. Katowice, Msc.
- Poprawa D., Rączkowski W. 2000. Zarys budowy geologicznej. Karpaty Zewnętrzne (Fliszowe). [w:] Alexandrowicz Z., Poprawa D. (red.), Ochrona georóżnorodności w polskich Karpatach, z mapą chronionych i proponowanych do Ochrony obszarów i obiektów Przyrody nieożywionej 1: 400 000, Warszawa, 21-26.
- Rojan E. 2010. Rola jaką odgrywa silny wiatr w przekształcaniu rzeźby terenu w piętrze leśnym gór, na przykładzie wiatrowału w słowackich Tatrach Wysokich, Czasopismo Geograficzne, 81(1-2): 103-123.
- Schaetzlem R.J., Burns S.F., Johnson D.L., Small T.W. 1989. Tree uprooting: review of impacts on forest ecology, Vegetatio, 79: 165-176.
- Trampl T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PRWiL, Warszawa.
- Źródła internetowe:**
<http://rdlpkrakow.gis-net.pl>
<http://miip.geomalopolska.pl>
<http://www.iop.krakow.pl>

STRESZCZENIE

Silny wiatr jest naturalnym czynnikiem intensywnie oddziałującym na pokrywę roślinną, który może spowodować jej całkowite przekształcenie. Jego wpływ na drzewostan może być bezpośredni i pośredni, przyczyniając się do powstania ogromnych wiatrołomów i wiatrowałów. Na południowych stokach Pasma Policy powstały dwa wiatrowały, które zachowały się do dnia dzisiejszego. Pierwszy powstał w 1968 r. pod szczytem Policy i na Czyrńcu. Wiatrował ten później był odnawiany w 1978 i 1987 r. Natomiast drugi powstał w 2004 r. na stoku Czyrńca.

Obszary na których powstały wiatrowały uległy intensywnemu przeobrażeniu. Nastąpiło przeobrażenie rzeźby terenu oraz krajobrazu. Z upływem lat następuje jednak na ich obszarze naturalna sukcesja.

SUMMARY

Windstorms is a natural factor affecting the plant cover. It has an indirect and direct impact on the formation of flora in a given area. Windstorms contribute to the formation of wind-fallen trees and wind-throws. On the southern slopes of the Polica Range there were formed two wind-throws. The first wind-throw was formed in 1968 under the peak of Polica and Czyrniec. It later was renovated in 1978 and 1987. The second was formed on the slopes Czyrniec in 2004. Wind-fallen areas extensively transformed the landscape and landform. Over time, the wind-throws are replaced by natural succession.